

枣渣中不溶性膳食纤维酶法提取工艺及性质研究

李星科¹, 刘芳丽², 李素云¹, 周燕娜¹, 张 华¹

(1. 郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南大学 公共卫生研究所, 河南 开封 475000)

摘 要:以枣渣为试材, 采用单因素试验和正交实验对枣渣中膳食纤维的酶法提取工艺及其功能性质进行了研究。结果表明: 水浴温度、水浴时间、酶的种类及酶添加量对枣渣中不溶性膳食纤维的得率有很大影响, 枣渣中不溶性膳食纤维酶法最佳提取工艺条件为 1.0% α -淀粉酶用量、90 min 水浴时间、70℃ 水浴温度, 在此条件下枣渣中不溶性膳食纤维得率为 24.8%, 是化学法提取工艺的 1.50 倍, 但酶法提取的不溶性膳食纤维的持水力、持油力、膨胀力, 与化学法提取的不溶性膳食纤维相比相对较低。

关键词:枣渣; 膳食纤维; 酶法提取; 性质

中图分类号:S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)09-0151-04

膳食纤维是指不能在人体小肠内消化吸收, 而在人体大肠内能部分或全部发酵的可食用的植物性成分、碳水化合物及其相类似物质的总和, 其中包括木质素、多糖、寡糖等^[1]。膳食纤维根据水溶性的不同可分为不溶性膳食纤维和可溶性膳食纤维。膳食纤维有一些特殊的理化性质, 其中包括具有较强的吸水功能和膨胀功能、具有粘性、可改变肠道中微生物群落的组成、吸附有机物、结合交换阳离子, 这些理化性质与膳食纤维的生理活性紧密联系在一起。近年来, 人们对大枣进行了深入地研究, 开发出许多枣产品, 如枣酒、枣汁等, 但随着大枣工业生产的发展, 也不可避免的带来了许多工业生产废料, 如枣渣、枣泥等。枣渣富含纤维, 是膳食纤维的重要原料来源, 目前主要是采用化学法提取枣渣中膳食纤维, 但该方法存在得率低、污染环境等问题。该试验采用酶法从枣渣中提取不溶性膳食纤维, 确定从枣渣中提取水不溶性膳食纤维的最佳工艺, 并研究了膳食纤维的性质, 以期能够既合理利用了资源, 又能更好的改善人类膳食纤维摄入的平衡, 同时还能保护环境, 增加社会效益和经济效益。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试红枣渣由好想你枣业股份有限公司提供。

供试试剂: 95% 乙醇、盐酸、氢氧化钠、磷酸缓冲溶液、乙醚、 α -淀粉酶(3 000 U/g)、糖化酶(100 000 U/mL)。

第一作者简介:李星科(1981-), 男, 博士, 讲师, 现主要从事功能性食品添加剂及配料等的教学与科研工作。

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD37B06); 郑州市“绿色食品添加剂开发及应用”科技创新团队资助项目。

收稿日期:2013-12-13

供试仪器: 高速冷冻离心机(HC-3618R); 万能高速粉碎机(RRHP-100 型); 数显电热鼓风干燥箱(101A-5 型)。

1.2 试验方法

1.2.1 化学法提取水不溶膳食纤维工艺流程 参考文献[2]的方法, 并作少许修改。具体流程为红枣渣烘干→粉碎→过筛(60 目)→称取预先制备的红枣渣粉末→加氢氧化钠(一定水浴温度和水浴时间)→离心→滤渣→脱色→水洗→醇洗→烘干称重。

1.2.2 酶法提取水不溶膳食纤维工艺流程 参考文献[3]的方法, 并作少许修改。红枣渣烘干→粉碎→过筛(60 目)→称取预先制备的红枣渣粉末→乙醚封口 1 h(料液比 1:8 g/mL)→磷酸缓冲溶液(pH 6.0)→ α -淀粉酶(或同时加入糖化酶)→水浴→离心过滤(4 000 r/min, 15 min)→95%乙醇冲洗 3 次→过滤→干燥称重。

1.2.3 单因素试验 淀粉酶的添加量对枣渣中水溶性膳食纤维得率的影响: 称取 10 g 已粉碎的枣渣, 加入乙醚密封 1 h, 按 1:5 g/mL 的料液比加磷酸缓冲溶液, 在 70℃ 水浴温度下, 水浴 90 min, 添加 0.8% 糖化酶和 1.0% α -淀粉酶, 测定枣渣中膳食纤维得率。料液比对枣渣中水溶性膳食纤维得率的影响: 称取 10 g 已粉碎的枣渣, 加入乙醚密封 1 h, 按 1:4、1:5、1:6、1:7、1:8 g/mL 的料液比加磷酸缓冲溶液, 在 70℃ 水浴温度下, 水浴 90 min, 添加 0.8% 糖化酶和 1.0% α -淀粉酶, 测定枣渣中膳食纤维得率。水浴温度对枣渣中水溶性膳食纤维得率的影响: 称取 10 g 已粉碎的枣渣, 加入乙醚密封 1 h, 按 1:5 g/mL 的料液比加磷酸缓冲溶液, 水浴温度设定为 40、50、60、70、80℃, 水浴 90 min, 添加 0.8% 糖化酶和 1.0% α -淀粉酶, 测定枣渣中膳食纤维得率。水浴时间对枣渣中水溶

性膳食纤维得率的影响:称取 10 g 已粉碎的枣渣,加入乙醚密封 1 h,按 1:5 g/mL 的料液比加磷酸缓冲溶液,在 70℃ 水浴温度下,水浴时间分别设定为 30、45、60、75、90、105 min,添加 0.8% 糖化酶和 1.0% α -淀粉酶,测定枣渣中膳食纤维得率。糖化酶的添加量对枣渣中水溶性膳食纤维得率的影响:称取 10 g 已粉碎的枣渣,加入乙醚密封 1 h,按 1:5 g/mL 的料液比加磷酸缓冲溶液,在 70℃ 水浴温度下,水浴时间分别设定为 30、45、60、75、90 min,添加 1.0% α -淀粉酶并分别添加 0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2% 糖化酶,研究各因素对水不溶性膳食纤维得率的影响。

1.2.4 正交实验 在单因素试验基础上,设计了 3 因素 3 水平正交实验,正交实验因素与水平见表 1。

表 1 正交实验因素与水平

水平	A α -淀粉酶/%	B 水浴温度/℃	C 水浴时间/min
1	0.8	60	60
2	1.0	70	75
3	1.2	80	90

1.3 项目测定

1.3.1 水不溶性膳食纤维的得率 水不溶性膳食纤维得率(%)=样品中所得水不溶性膳食纤维质量(g)/样品质量(g)×100%。

1.3.2 膳食纤维的性质测定 持水力的测定:参考文献[4]方法,并作少许修改。干燥的塑料离心管取样品 1.000 g 编号,称重,加入去离子水 5.000 g 混合 30 s 后计时,每隔 5 min 振摇 1 次,20 min 中后离心(1 000 r/min, 15 min),弃上清液。持水力=离心后离心管质量-干燥离心管质量。持油力测定:参考文献[4]方法,并作少许修改。采用取干燥的塑料离心管取样品 0.500 g 编号,称重,加入大豆油 5.000 g 混合 30 s 后计时,每隔 5 min 振摇 1 次,30 min 后离心(1 600 r/min, 25 min),弃上清液。持油力=离心后离心管质量-干燥离心管质量。膨胀率测定:参考文献[5]方法,并作少许修改。准确称取 1 g 样品于量筒,加入 30 mL 蒸馏水,振摇后室温放置 24 h,读取液体中膳食纤维的体积,计算膨胀率。膨胀率=(溶胀后纤维粉体积-溶胀前纤维粉体积)/样品质量。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 α -淀粉酶对水不溶性膳食纤维得率的影响 从图 1 可以看出,枣渣中水不溶性膳食纤维得率随 α -淀粉酶添加量的增加呈先增大后减小的趋势,当 α -淀粉酶用量达到 1.0% 时,水不溶性膳食纤维的得率最大,达到了 29.5%,因此确定 α -淀粉酶的最适宜用量为 0.8%~1.2%。

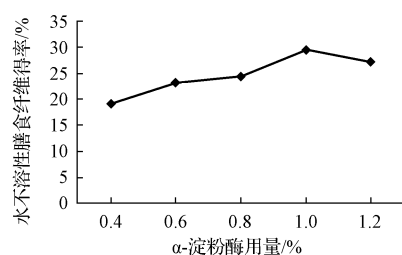


图 1 α -淀粉酶对水不溶性膳食纤维得率的影响

2.1.2 料液比对水不溶性膳食纤维得率的影响 由图 2 可知,枣渣中水不溶性膳食纤维得率随料液比的增加先增大后减小,当磷酸缓冲溶液料液比为 1:5 g/mL 时,水不溶性膳食纤维得率最高,达到 28.4%,因此确定磷酸缓冲溶液的适宜用量为料液比 1:4~1:5 g/mL。

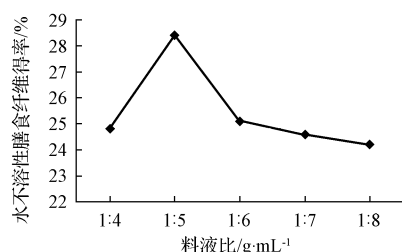


图 2 磷酸缓冲溶液对水不溶性膳食纤维的影响

2.1.3 水浴温度对水不溶性膳食纤维得率的影响 由图 3 可知,在 50~80℃ 的范围内,随着温度的提高,水不溶性膳食纤维的提取率呈先增大后减小的趋势。枣渣在 40℃ 时不发生反应,因为水浴温度太低,酶活太低,随着温度升高酶活性增加,温度过高酶活性又降低, α -淀粉酶最佳温度为 70℃,所以在水浴温度 70℃ 时,水不溶性膳食纤维达到最大为 30.0%,因此确定水浴温度适宜为 60~80℃。

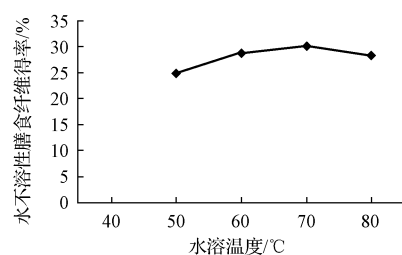


图 3 水浴温度对水不溶性膳食纤维得率的影响

2.1.4 水浴时间对水不溶性膳食纤维得率的影响 由图 4 可知,水不溶性膳食纤维随着水浴时间的增加呈先增加后减少的趋势,在 90 min 的时候,水不溶性膳食纤维得率达到最大,为 30.5%,因此确定水浴时间最适宜为 75~95 min。

2.1.5 糖化酶对水不溶性膳食纤维得率的影响 由图 5 可知,水不溶性膳食纤维得率随着糖化酶的加入呈先增大后减小的趋势,但是加入糖化酶后,水不溶性膳食纤维得率普遍降低,所以试验只加入 α -淀粉酶,取消糖

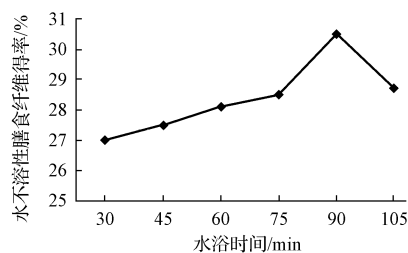


图4 水浴时间对水不溶性膳食纤维得率的影响

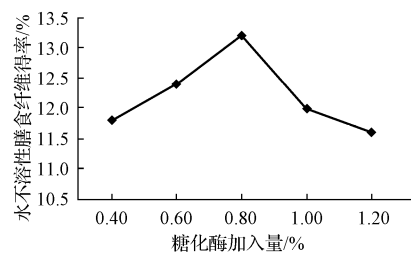


图5 糖化酶对水不溶性膳食纤维得率的影响

化酶的加入。这与张向前等^[3]报道的结果不一致。

2.2 正交实验结果

由表2可知,影响红枣渣中水不溶性膳食纤维得率的因素大小依次为B>A>C,即水浴温度> α -淀粉酶用量>水浴时间,同时方差分析也证实了这一结果($S_1=6.720$, $S_2=51.487$, $S_3=1.887$)。正交实验优化的酶法提取水不溶膳食纤维的工艺条件为A1B2C3,即: α -淀粉酶用量为0.8%、水浴温度为70℃、水浴时间为90 min。此工艺条件不在正交实验水平中,因此有必要将此优化条件做一验证试验,与试验组中的最高得率做以比较。结果发现,在 α -淀粉酶用量为1.0%、水浴时间为90 min、

表2 正交实验结果

实验序号	因素			得率/%
	A α -淀粉酶/%	B 水浴温度/℃	C 水浴时间/min	
1	1(0.8)	1(60)	1(60)	23.8
2	1(0.8)	2(70)	2(75)	22.6
3	1(0.8)	3(80)	3(90)	19.2
4	2(1.0)	1(60)	2(75)	22.5
5	2(1.0)	2(70)	3(90)	24.8
6	2(1.0)	3(80)	1(60)	17.1
7	3(1.2)	1(60)	3(90)	21.1
8	3(1.2)	2(70)	1(60)	21.7
9	3(1.2)	3(80)	2(75)	16.8
K1	21.9	22.5	20.9	
K2	21.5	23.0	20.6	
K3	19.9	17.7	21.7	
极差 R	2.00	5.33	1.07	

水浴温度为70℃条件下,酶法提取水不溶性膳食纤维得率最高,为24.8%,因此确定了酶法提取水不溶性膳食纤维的最适宜的工艺条件为: α -淀粉酶的添加量1.0%、水浴温度70℃、水浴时间90 min。与化学法提取水不溶性膳食纤维得率为17.01%相比,酶法提取工艺的得率要优于化学方法。

2.3 膳食纤维性质比较

由表3可知,化学方法提取的水不溶性膳食纤维持水力、持油力和膨胀率均高于酶法提取的水不溶性膳食纤维,这可能是在膳食纤维中,水溶性膳食纤维的持水力、持油力和膨胀率均高于水不溶性膳食纤维^[6],但在化学法提取水不溶性膳食纤维的过程中,不能完全将二者分离开,夹杂了部分水溶性膳食纤维,而且提取率也比较低。酶法提取过程中,由于淀粉酶的作用,对可溶性膳食纤维进行了充分分离,因此提取率较高,各项功能性质较低。具体的原因还有待于进一步研究。

表3 两种方法提取的膳食纤维的功能性质比较

提取方法	性质		
	持水力/ $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	持油力/ $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	膨胀率/ $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$
化学方法	0.875	1.496	16.8
酶法	0.537	0.986	9.77

3 结论

该试验结果表明,酶法提取水不溶性膳食纤维的最适宜的工艺条件为 α -淀粉酶的添加量1.0%、磷酸缓冲溶液液比1:5 g/mL、水浴温度70℃、水浴时间90 min,此条件下水不溶性膳食纤维得率为24.8%,是化学法提取工艺的1.50倍。酶法提取水不溶性膳食纤维的得率高于化学方法,但其持水力、持油力和膨胀率均比化学法提取的水不溶性膳食纤维低。

参考文献

- [1] 郑建仙. 功能性膳食纤维[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 张华,段倩,张珂,等. 化学法提取红枣渣中不溶性膳食纤维工艺研究[J]. 北方园艺,2013(14):143-145.
- [3] 张向前,任兰兰,贺晓龙,等. 酶解法提取红枣膳食纤维的工艺研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(1):113-115.
- [4] 高荫榆,晁红娟,丁红秀,等. 毛竹叶特种膳食纤维制备及特性的研究[J]. 食品科学,2007,28(12):200-204.
- [5] 陈亚飞,赵谋明. 水溶性与水不溶性膳食纤维对油脂、胆固醇和胆酸钠吸附作用研究[J]. 现代食品科技,2005(3):58-60.
- [6] 孙秀发,周才琼,肖安红. 食品营养学[M]. 郑州:郑州大学出版社,2011.

Study on Enzymatic Extraction Technology and Properties of Insoluble Dietary Fiber From Jujube Slag

LI Xing-ke¹, LIU Fang-li², LI Su-yun¹, ZHOU Yan-na¹, ZHANG Hua¹

(1. Department of Food and Biological Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002; 2. Institute of Public Health, Henan University, Kaifeng, Henan 475000)

水杨酸对青椒抗冷性的影响

丁 天, 史君彦, 王 清, 高丽朴

(北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 北京 100097)

摘 要:以青椒为试材,研究不同浓度水杨酸(SA)溶液对青椒抗冷性的影响。结果表明:以 2.0 mmol/L 浓度的 SA 处理效果最佳。经过 SA 处理可有效抑制青椒表面水浸凹陷,改善青椒冷藏期间的贮藏品质,延缓青椒果实中叶绿素的降解和维生素 C 的流失,抑制细胞膜透性的增加和丙二醛(MDA)含量的积累,并使抗氧化系统酶类过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽还原酶(GR)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性始终维持在较高水平。

关键词:青椒;水杨酸(SA);冷害

中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)09-0154-05

青椒在我国普遍栽培,果实可烹制可口的菜肴,且维生素 C 含量高,是一种大众化蔬菜^[1]。青椒(*Caprigum amtuum* L.)属茄科(Solanaceae)茄亚族(Solaninac Dunal)辣椒属(*Capsicum*)的一年生或多年生作物^[2],属冷敏性蔬菜,贮藏温度低于一定的界限就会发生冷害,使果实代谢失调、品质劣变^[3]。目前青椒果实被公认的最佳商业贮藏温度为 9~11℃,低于 9℃易发生冷害,影响其食用性与商品价值。因此探究一种经济安全有效的方法延缓青椒采后冷藏期间的生理生化变化,对维持青椒良好品质,延长其贮藏期具有深远意义,进而为“南菜北运”中青椒的安全流通运输技术提供理论依据。

水杨酸(salicylic acid, SA)是一种广泛存在于高等植物中的简单酚类物质,能够影响果实的后熟衰老^[4],水杨酸因参与调节植物体内多种重要生理生化过程而被

认为是一种新的植物内源激素^[5]。近年来,一些研究报道了水杨酸(SA)和甲基水杨酸(MeSA)处理能够提高采后园艺农作物对冷害的抵抗力,如西红柿^[6]、枇杷^[7]、芒果^[8]、桃^[9]、石榴^[10]及菠萝^[11]等。该试验通过研究不同浓度水杨酸处理青椒,观察测定其在 3℃贮藏期间冷害及相关生理生化指标的变化,以期为果蔬贮藏生产中应用 SA 处理抑制冷害发生提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试青椒品种为“丰田新秀”,采自北京市顺义区北务镇,采后立即运回实验室。挑选无病虫害、无机械伤、大小适中、色泽亮绿青椒果实备用。

1.2 试验方法

将青椒浸泡在 0.5、1.0、2.0 mmol/L 的 SA 常温溶液中 20 min,以不浸泡 SA 溶液的青椒为对照(CK),取出自然晾干后,贮藏于 3℃的冷库中。

1.3 项目测定

1.3.1 冷害指数 青椒冷害指数测定及分级标准^[12]见表 1。冷害指数 = $\sum(\text{冷害级别} \times \text{数量}) / (\text{最大级数} \times \text{总数量}) \times 100\%$ 。

1.3.2 叶绿素含量和维生素 C 含量的测定 叶绿素含

第一作者简介:丁天(1988-),女,河南新乡人,硕士研究生,研究方向为食品加工与贮藏。E-mail:dingtiantian716@163.com。

责任作者:高丽朴(1954-),女,研究员,现主要从事农产品贮藏与加工等研究工作。E-mail:gaolipu@nrcv.org。

基金项目:国家大宗蔬菜产业体系建设资助项目(CARS-25-E-01);北京市农林科学院创新基金资助项目(cxjj201304)。

收稿日期:2013-12-19

Abstract: Taking jujube slag as material, insoluble dietary fiber of enzymatic extraction technology by single factor and orthogonal test from jujube slag and functional properties were studied. The results showed that the water bath temperature, bath time, type and adding amount of enzymes had significant effects on yield rate of insoluble dietary fiber, and the optimizing condition of enzymatic extraction technology was α -amylase dosage of 1.0%, water bath time of 90 min, water bath temperature of 70℃. Under the condition, the yield rate was 24.8% and was 1.50 times than that of chemical extraction technology. But the water-holding capacity, oil-holding capacity and expansion ratio of insoluble diary fiber by enzymatic extraction technology were lower compared with the chemical technology.

Key words: jujube slag; insoluble dietary fiber; enzymatic extraction technology; functional properties